



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 43 38 706 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H 01 L 23/057**  
H 01 L 23/34  
H 05 K 3/46  
H 05 K 7/20

②① Aktenzeichen: P 43 38 706.3  
②② Anmeldetag: 12. 11. 93  
④③ Offenlegungstag: 4. 5. 95

DE 43 38 706 A 1

③⑩ Innere Priorität: ③② ③③ ③①  
29.10.93 DE 43 36 944.8

⑦① Anmelder:  
Schulz-Harder, Jürgen, Dr.-Ing., 91207 Lauf, DE;  
Maier, Peter H., 91207 Lauf, DE

⑦④ Vertreter:  
Wasmeier, A., Dipl.-Ing.; Graf, H., Dipl.-Ing.,  
Pat.-Anwälte, 93055 Regensburg

⑥① Zusatz zu: P 43 28 353.5

⑦② Erfinder:  
Schulz-Harder, Jürgen, Dr.-Ing., 91207 Lauf, DE;  
Edwards, Steve, Dallas, Tex., US; Maier, Peter,  
91207 Lauf, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Mehrschicht-Substrat

⑤⑦ Die Erfindung bezieht sich auf ein Mehrschicht-Substrat für elektrische Schaltkreise oder Bauelemente, bestehend aus einer Vielzahl von Keramikschichten und Metallisierungen.  
Zur Verbesserung der Wärmeableitung ist an einer Oberflächenseite des Mehrschicht-Substrates ein von wenigstens einer Kupferschicht gebildeter Kühlkörper vorgesehen.

DE 43 38 706 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 03. 95 508 018/480

15/30

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Mehrschicht-Substrat gemäß Oberbegriff Patentanspruch 1.

Zur Herstellung von elektrischen Schaltkreisen oder Bauelementen, die wenigstens einen Halbleiter-Chip aufweisen, eignen sich Mehrschicht-Substrate, die in mehreren Schichten aufeinanderfolgend Metallisierungen und Keramikschichten besitzen, wobei die Metallisierungen zumindest teilweise elektrische Verbindungen, innere Anschlüsse für den Halbleiter-Chip sowie äußere Anschlüsse bilden, mit denen das elektrische Bauelement mit einer äußeren Schaltung oder einer Leiterplatte verbunden werden kann.

Der Halbleiter-Chip ist beispielsweise ein Mikroprozessor-Chip.

Aufgabe des Hauptpatentes ist es, ein Mehrschicht-Substrat aufzuzeigen, welches bei einer Vielzahl von Metallisierungen bzw. Leiterbahnen und/oder Anschlüssen auch für höhere Leistungen geeignet ist.

Aufgabe der Erfindung des Zusatzpatentes ist es, die Kühlwirkung bei einem Substrat nach dem Hauptpatent zu verbessern.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist ein Mehrschicht-Substrat entsprechend dem kennzeichnenden Teil des Patentanspruches 1 ausgebildet.

Bei der Herstellung wird zunächst das Mehrschicht-Substrat als solches, d. h. die von den Keramikschichten und den Metallisierungen (Anschlüsse, Leiterbahnen, usw.) gebildete Schichtfolge in einer geeigneten Technik hergestellt. Im Anschluß daran wird in einem gesonderten Arbeitsgang der Kühlkörper an der einen Oberflächenseite dieses Mehrschicht-Substrates befestigt bzw. hergestellt, und zwar unter Verwendung der DCB-Technik. Um dies zu ermöglichen, bestehen die Metallisierungen aus einem Metall oder einer Metallegierung mit einem Schmelzpunkt, der deutlich über dem Schmelzpunkt von Kupfer liegt.

Durch die Herstellung bzw. Befestigung des Kühlkörpers mittels der DCB-Technik werden die Kühlwirkung beeinträchtigende Zwischenschichten vermieden.

Dadurch, daß auch zwischen dem Halbleiter-Bauelement und der benachbarten Schicht des Mehrschicht-Substrates, vorzugsweise einer benachbarten Metallisierung dieses Substrates eine weitere Metallschicht zw. Kupferschicht vorgesehen ist, ist eine großflächige homogene Übertragung von Verlustwärme vom Bauelement an das Substrat und von diesem an den Kühlkörper gewährleistet.

Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren an Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 in vereinfachter Darstellung und im Schnitt ein Mehrschicht-Substrat gemäß der Erfindung, zusammen mit einem an diesem Substrat vorgesehenen Halbleiter-Schaltkreis;

Fig. 2 eine Draufsicht auf den Schaltkreis gemäß Fig. 1;

Fig. 3—5 in Draufsicht einen Blech- bzw. Folienzuschnitt für den profilierten Kühlkörper in unbearbeiteter Form, nach dem Einbringen von schlitzförmigen Öffnungen bzw. nach dem Profilieren;

Fig. 6—7 in ähnlicher Darstellung wie die Fig. 1 und 2 eine weitere mögliche Ausführungsform Erfindung;

Fig. 8 in einer Darstellung wie Fig. 6 das Mehrschicht-Substrat der Fig. 6 und 7 mit einem weiteren Kühlkörper;

Fig. 9 wie Fig. 1 ein Substrat gemäß der Erfindung;

Fig. 10 in einer Darstellung wie Fig. 9 eine weitere mögliche Ausführungsform;

Fig. 11 und 12 in einer Darstellung ähnlich Fig. 1 sowie in einer vergrößerten Detaildarstellung eine weitere Ausführungsform des Substrates gemäß der Erfindung;

Fig. 13 und 14 in einer Darstellung ähnlich Fig. 1 sowie in einer vergrößerten Teildarstellung einen Schnitt durch eine weitere Ausführungsform des Substrates gemäß der Erfindung;

Fig. 15 eine abgewandelte Ausführungsform des Substrates der Fig. 1.

In den Figuren ist mit 1 allgemein ein Mehrschicht-Substrat bezeichnet, welches aus einer Vielzahl von übereinander angeordneten Keramikschichten 2 und dazwischenliegenden Metallisierungen 3 besteht. Diese bilden eine Schichtfolge 2/3. Für eine übersichtlichere Darstellung sind nur die Metallschichten 3 jeweils schraffiert und die Keramikschichten 2 ohne Schraffur in der Fig. 1 wiedergegeben. Die Metallisierungen 3, die elektrische Leiterbahnen bzw. Anschlüsse bilden, sind in einer für die Herstellung von Mehrschicht-Substraten geeigneten und bekannten Technik, beispielsweise im Siebdruckverfahren hergestellt und bestehen aus einem Metall oder einer Metallegierung mit einem Schmelzpunkt, der höher liegt als der Schmelzpunkt von Kupfer. Für die Metallisierungen 3 eignet sich beispielsweise Platin, Palladium, Molybdän, Wolfram oder Legierungen, die zwei oder mehrere der vorgenannten Metalle enthalten.

Die Keramikschichten 2 bestehen aus einer Aluminium-Keramik ( $Al_2O_3$ -Keramik), die auch einen geringen Anteil an Metalloxid, beispielsweise an Eisen-, Mangan- und/oder Polybdän-Oxid enthält, wobei der Oxidanteil beispielsweise kleiner 10% ist, beispielsweise in der Größenordnung zwischen 4 und 10% liegt.

Bei der für die Fig. 1 gewählten Darstellung ist das Mehrschicht-Substrat 1 an seiner Unterseite mit einer Ausnehmung 4 derart versehen, daß die Ausnehmung nach oben hin durch eine Metallisierung 3 verschlossen ist, auf die dann die in der Fig. 1 oberste Keramikschicht 2 folgt. An den Rändern ist die Ausnehmung 4 stufenförmig ausgebildet, und so derart, daß an den Stufen die Metallisierungen 3 jeweils freiliegen und somit Anschlüsse 5 (Drahtbonds) von den freiliegenden Metallisierungen 3 an die Anschlüsse des in der Ausnehmung 4 angeordneten Halbleiter-Chip 6 (z. B. Mikroprozessor-Chip 6) möglich ist.

Der Chip 6 ist mit seiner in der Fig. 1 oben liegenden Seite mittels eines geeigneten Lotes oder wärmeleitend geklebt an der die Ausnehmung 4 nach oben hin abschließenden Metallisierung 3 befestigt.

An der der Ausnehmung 4 gegenüberliegenden, oberen Seite der obersten Keramikschicht 2 ist auf dem Mehrschicht-Substrat 1 ein Kühlkörper 7 befestigt. Dieser besteht bei der dargestellten Ausführungsform aus einer ebenen Schicht 8 aus Kupfer bzw. aus einer Kupferlegierung. Diese Schicht 8 ist flächig mit der in der Fig. 1 oberen Seite des Mehrschicht-Substrates 1 bzw. mit der diese Oberseite bildenden obersten Keramikschicht 2 verbunden. Auf der flachen Schicht 8 ist ein profiliertes Kühlkörperelement 9, das aus einer Folie oder einem dünnen Blech aus Kupfer- bzw. aus der Kupferlegierung besteht, befestigt. Bei der dargestellten Ausführungsform ist dieses Element 9 gewellt bzw. wellblechartig ausgebildet und jeweils mit den in der Fig. 1 unteren Abschnitten der Profilierung (Wellentälern) mit

der Oberseite der Schicht 8 verbunden.

Die Verbindung der Schicht 8 mit dem Mehrfach-Substrat sowie die Verbindung des Elementes 9 mit der Schicht 8 erfolgt jeweils mit der dem Fachmann bekannten DCB-Technik (Direct-Copper-Bonding), bei der auf die Oberseite des Mehrschicht-Substrates 1 ein die Kupferschicht 8 bildender und an seinen Oberflächen-seiten oxidiertes Zuschnitt aus der Kupferfolie oder dem Kupferblech und auf diesen Zuschnitt dann der ebenfalls an seinen Oberflächenseiten oxidierte und das Element 9 bildende profilierte Zuschnitt aufgelegt werden und die Anordnung in einem Ofen in einer Schutzgas-Atmosphäre, beispielsweise in einer Stickstoff-Atmosphäre, auf eine Prozeßtemperatur erhitzt wird, die oberhalb der eutektischen Temperatur des Kupferoxi-des bzw. des Systems Kupfer-Sauerstoff, aber unterhalb der Schmelztemperatur des Kupfers der Schicht 8 und des Elementes 9 liegt. Diese Prozeßtemperatur, die beispielsweise 1072°C beträgt, liegt weiterhin auch deutlich unterhalb der Schmelztemperatur der Metallisierungen 3, so daß insgesamt gesehen ein komplexes Mehrschicht-Substrat 1 mit dem Kühlkörper 7 erhalten wird.

Zur Steigerung der Kühlwirkung ist das profilierte Element 9 im Bereich der über die Schicht 8 vorstehenden Wellungen geschlitzt (Schlitze 10), und zwar quer zur Achse der Profilierung bzw. der Wellung. Aus Gründen der Festigkeit ist das profilierte Kühlkörperelement 9 so ausgebildet, daß es an seinen parallel zu der Profilierung verlaufenden Rändern unmittelbar mit der Kupferschicht 8 verbunden ist, d. h. diese Ränder des Kühlkörperelementes 9 von unten, mit der Kupferschicht 8 verbundenen Abschnitten der Profilierung gebildet sind.

Wie die Fig. 2 zeigt, nimmt der Kühlkörper 7 bei der dargestellten Ausführungsform nur den mittleren Bereich der Oberseite des Mehrschichtsubstrates 1 ein, d. h. an der Oberseite ist eine den Kühlkörper 7 umgebende ebene Fläche 11 vorgesehen, die durch die oberste Keramikschicht 2 des Mehrschicht-Substrates 1 bestimmt ist und eine definierte Auflagefläche und damit eine exakte Positionierung des Substrates in einer Vorrichtung gewährleistet, die beispielsweise zum Herstellen der Anschlüsse 5 zwischen dem Halbleiter-Chip 6 und den Metallisierungen 3 dient.

Mit 12 ist schematisch eine Durchkontaktierung im Bereich des Mehrschicht-Substrates 1 angegeben, die eine im Inneren dieses Substrates vorgesehene Metallisierung 3 mit einem an der Unterseite des Mehrschicht-Substrates vorgesehenen und von einer dortigen Metallisierung gebildeten Kontakt verbindet. Tatsächlich weist das Mehrschicht-Substrat 1 mehrere derartige Durchkontaktierungen 12 auf, die ebenfalls aus dem Metall hergestellt sind, dessen Schmelzpunkt höher liegt als der Schmelzpunkt von Kupfer.

Die Fig. 3 und 4 zeigen in schematischer Darstellung die Herstellung des Kühlkörperelementes 9. Mit 9' ist in der Fig. 3 ein rechteckförmiger Zuschnitt aus einem Blech oder einer Folie aus Kupfer bzw. aus einer Kupferlegierung wiedergegeben. Dieser Zuschnitt 9' wird in einem ersten Arbeitsgang hergestellt. Anschließend erfolgt in einem zweiten Arbeitsgang das Einbringen der Schlitze 10, so daß ein mit diesen Schlitzen 10 versehener Zuschnitt 9'' erhalten wird (Fig. 4). In einem weiteren Arbeitsgang erfolgt dann das Profilieren des Zuschnittes 9'' in das Kühlkörperelement 9 durch Wellen, wobei die Achse der Profilierung bzw. der Wellungen senkrecht zu den Schlitzen 10 verläuft (Fig. 5).

Es versteht sich, daß anstelle der Wellung für das

Kühlkörperelement auch eine andere Profilierung gewählt werden kann, beispielsweise eine trapezförmige oder dreieckförmige Profilierung.

Nach der Fertigstellung des Kühlkörpers 7, d. h. nach dem Befestigen der Kupferschicht 8 und des Kühlkörperelementes 9 erfolgt bevorzugt eine Oberflächen-Veredelung des Kühlkörpers 7, beispielsweise durch vernickeln. Diese Oberflächen-Veredelung kann galvanisch oder chemisch (außenstromlos) durchgeführt werden.

Der Kühlkörper 7 und dabei insbesondere die Kupferschicht 8 dienen gleichzeitig auch als Abschirmung des Halbleiter-Chip 6 insbesondere gegenüber elektrischen Spannungsfeldern (z. B. Wechselspannungsfeldern) oder elektromagnetischen Wellen. Bevorzugt ist der Kühlkörper 7 mit einem Anschluß 13 versehen, über den der Kühlkörper 7 mit einem Massepotential verbunden werden kann.

Die Fig. 6 und 7 zeigen in einer Schnittdarstellung und in einer Draufsicht ein Mehrschicht-Substrat 1a, welches sich von dem Substrat 1 nur dadurch unterscheidet, daß anstelle des Kühlkörpers 7 ein Kühlkörper 7a vorgesehen ist, der bei der dargestellten Ausführungsform wiederum aus der Kupferschicht 8 und einem profilierten Kühlkörperelement 9a besteht. Die Kupferschicht 8 ist mittels der DCB-Technik flächig auf der obersten Keramikschicht 2 befestigt. Das Kühlkörperelement 9a, welches wiederum aus Kupfer bzw. aus der Kupferlegierung besteht, ist mit seiner Unterseite flächig mit der Oberseite der Kupferschicht 8 verbunden, und zwar wiederum mittels der DCB-Technik. An der Oberseite besitzt das plattenförmige Kühlkörperelement 9a eine Profilierung in Form von über diese Oberseite vorstehenden Vorsprünge 14, die bei der in den Fig. 6 und 7 dargestellten Ausführungsform quaderförmig ausgebildet sind, aber auch eine andere Form, beispielsweise eine Pyramidenform, Noppenform, Zapfenform usw. aufweisen können.

Die Vorsprünge 14 sind beispielsweise durch bleibende Verformung (Tiefziehen oder Prägen bzw. Drücken) einer den Kühlkörper 7a bildenden Kupferfolie hergestellt. Der Kühlkörper 7a mit den Vorsprüngen 14 kann aber auch massiv als plattenförmiges Element aus Kupfer oder aus der Kupferlegierung hergestellt sein, und zwar beispielsweise aus einem stranggepreßten Profilmaterial, welche an einer Oberflächenseite Längsstege und dazwischenliegende Längsnuten aufweist. Zur Erzielung der quaderförmigen Vorsprünge 14 wird dann dieses Profil-Material an der genannten Oberflächenseite quer zur Profillängsrichtung gefräst, so daß von den Längsstegen nur die Vorsprünge 14 stehenbleiben. Auch andere Herstellungsmethoden für den Kühlkörper 7a mit den Vorsprüngen 14 sind denkbar.

Insbesondere dann, wenn das Kühlkörperelement 9a massiv hergestellt ist, kann auf die Kupferschicht 8 verzichtet werden, d. h. es ist möglich das Kühlkörperelement 9a mittels der DCB-Technik direkt auf der obersten Keramikschicht 2 zu befestigen.

Die Fig. 8 zeigt als weiter Ausführungsform ein Mehrschicht-Substrat 1b, welches sich von dem Mehrschichtsubstrat 1a im wesentlichen nur dadurch unterscheidet, daß der Kühlkörper 7b zusätzlich zu dem profilierten Kühlkörperelement 9a, welches bei dieser Ausführungsform direkt auf der obersten Keramikschicht 2 mittels des DCB-Verfahrens befestigt ist, ein weiterer Kühlkörperelement 9b aufweist, welche an dem Kühlkörperelement 9a befestigt ist und großflächig vom Kühlkörperelement 9a wegsteht. Das Kühlkörperele-

ment 9b besitzt für diesen Zweck an seiner Unterseite einen profilierten Abschnitt 15, der Nuten und dazwischenliegende Stege aufweist und in die Profilierung der Kühlkörperelemente 9a paßt, so daß ein großflächiger, ineinandergreifender Übergang zwischen den Kühlkörperelementen 9a und 9b erreicht ist. Die Befestigung ist beispielsweise durch einen Wärmeleit-Kleber erzielt. Anstelle hiervon oder zusätzlich hierzu ist auch eine Schraubverbindung zwischen den Kühlkörperelement 9a und 9b möglich.

Fig. 9 zeigt als weitere Ausführungsform ein Mehrschicht-Substrat 1c, welches in gleicher Weise wie das Mehrschicht-Substrat 1 der Fig. 1 und 2 ausgebildet ist, allerdings mit dem Unterschied, daß am Boden der Ausnehmung 4 auf der dort freiliegenden Metallisierung 3 des Mehrschicht-Substrates eine Platine 16 befestigt ist, die aus einem Zuschnitt eines Kupferbleches besteht. Die Abmessungen der Platine 16 sind bei der dargestellten Ausführungsform kleiner als der Querschnitt, den die Ausnehmung 4 im Bereich ihres Bodens bzw. an der diesen Boden bildenden Metallisierung 3 aufweist, so daß die Platine 16 an ihrem gesamten Umfang von den benachbarten Schichten (Keramiksicht 2 und Metallisierung 3) ausreichend beabstandet ist. Die Platine 16 ist an dem Mehrschicht-Substrat 1 bzw. an der von den Schichten 2 und 3 gebildeten und mit der Ausnehmung 4 versehenen Schichtfolge 2/3 nach deren Herstellung befestigt, und zwar wiederum mit der DCB-Technik, was ebenfalls dadurch möglich ist, daß die Metallisierungen 3 in der eingangs erwähnten Weise aus einem Metall oder einer Metall-Legierung mit einem Schmelzpunkt hergestellt sind, der höher liegt als der Schmelzpunkt des für die Platine 16 verwendeten Kupfers.

Die Fig. 10 zeigt als weitere Ausführungsform ein Mehrschicht-Substrat 1d, welches sich von dem Mehrschicht-Substrat der Fig. 9 im wesentlichen nur dadurch unterscheidet, daß die Platine 16 nicht an einer am Boden der Ausnehmung 4 freiliegenden Metallisierung 3, sondern unter Verwendung der DCB-Technik mit der dort freiliegenden Unterseite der obersten Keramiksicht 2 flächig verbunden ist. In der am Boden der Ausnehmung 4 vorgesehenen Metallisierung 3 ist hierfür ein Fenster oder eine Ausnehmung vorgesehen, durch welche die Unterseite der obersten Keramiksicht 2 zugänglich ist. Im Bereich dieser Ausnehmung ist die Platine 16 vorgesehen, und zwar derart, daß diese an ihrem gesamten Umfang einen Abstand von der in der Ebene des Bodens der Ausnehmung 4 vorgesehenen Metallisierung 3 aufweist, so daß letztere ebenfalls für an den Halbleiter-Chip 6 führende Leiterbahnen verwendet werden kann.

Die Fig. 11 und 12 zeigen ein Mehrschicht-Substrat 1e, bei dem die von den Keramiksichten 2 und den Metallschichten 3 in Dickfilm-Technik bzw. im Siebdruck-Verfahren hergestellte Schichtfolge 2/3 eine Ausnehmung 4' aufweist, die im wesentlichen der Ausnehmung 4 entspricht, allerdings mit dem Unterschied, daß der geschlossene Boden der Ausnehmung 4' nicht von einer Metallisierung 3 oder von einer Keramiksicht 2 der in Dickfilm-Technik hergestellten Schichtfolge gebildet ist, sondern bei der Ausführungsform der Fig. 11 und 12 von einer Kupferschicht 17, die unter Verwendung eines Lotes 18 auf eine Metallisierung 3 aufgebracht ist, welche bei dieser Ausführungsform die obere Schicht der von den Keramiksichten und Metallisierungen 3 gebildeten, in Dickfilm-Technik hergestellten Schichtfolge 2/3 bildet. Grundsätzlich ist es auch möglich, daß die Kupferschicht 17 ohne Verwendung des

Lotes 18 direkt auf die Oberseite der Schichtfolge 2/3 aufgebracht ist, und zwar mit Hilfe der DCB-Technik, wobei dann diese Oberseite der Schichtfolge 2/3 bevorzugt von der Oberseite einer Keramiksicht 2 gebildet ist. Auf die der Schichtfolge abgewandte Oberseite der Kupferschicht 17 ist eine weitere Keramiksicht 19 aufgebracht, die mit ihrer Unterseite den Boden der Ausnehmung 4 bildet und auf deren Oberseite mit Hilfe der DCB-Technik der Kühlkörper 7 aufgebracht ist, und zwar bestehend aus der Kupferschicht 8 und dem Kühlkörperelement 9. Am Boden der Ausnehmung 4' ist der Halbleiter-Chip 6 mit Hilfe eines Lotes oder auf andere geeignete Weise befestigt.

Die Herstellung des Substrates 1e erfolgt dementsprechend in der Form, daß zunächst eine Mehrschicht-Folge bestehend aus den Keramiksichten 2 und Metallisierungen 3 hergestellt wird, die eine die spätere Öffnung 4' bildende durchgehende Öffnung aufweist. Auf die Oberseite dieser Mehrschicht-Folge wird dann die Keramiksicht 19 mit der Kupferschicht 17 und dem Kühlkörper 7 aufgebracht, und zwar entweder mittels des Lotes 18 oder durch DCB-Technik, wobei auch die Kupferschicht 19 und der Kühlkörper 7 mit der Keramiksicht 19 verbunden sind.

Das Löten erfolgt dabei gleichzeitig mit dem Löten von Kontakt-Pins. Der von der Keramiksicht 19, der Kupferschicht 17 und dem Kühlkörper 7 gebildete Teil des Mehrfach-Substrates 1e besitzt bei der dargestellten Ausführungsform die gleichen Abmessungen wie die Schichtfolge 2/3 aus den Keramiksichten 2 und den Metallisierungen 3. Grundsätzlich können aber die Abmessungen der Keramiksicht 19, der Kupferschicht 17 und/oder des Kühlkörpers 7 auch kleiner oder größer sein als die Abmessungen der Schichtfolge 2/3. Die Keramiksicht 19 besteht beispielsweise aus Aluminiumoxyd-Keramik oder Aluminiumnitrid-Keramik.

Die Fig. 13 und 14 zeigen als weitere mögliche Ausführungsform ein Mehrfach-Substrat 1f, welches sich von dem Mehrfach-Substrat 1e im wesentlichen dadurch unterscheidet, daß auf die Oberseite der von den Keramiksichten 2 und Metallisierungen 3 gebildeten Schichtfolge 2/3 lediglich die Kupferschicht 17 aufgebracht ist, und zwar auf eine die Oberseite dieser Schichtfolge bildenden Metallisierung 3 mit Hilfe des Lotes 18 oder ohne das Lot 18 direkt auf die Metallisierung 3 gebondet.

Die Kupferschicht 17 kann in diesem Fall weiterhin auch mit Hilfe der DCB-Technik direkt auf die von einer Keramiksicht 2 gebildeten Oberseite der Schichtfolge 2/3 aufgebracht sein. Der Boden der Ausnehmung 4' ist von der Unterseite der Kupferschicht 17 gebildet, auf die im Bereich der Ausnehmung eine weitere Keramiksicht 20 aufgebracht ist, die ihrerseits an der Unterseite eine weitere, der Platine 16 entsprechende Kupferschicht 21 trägt, auf welcher der Halbleiter-Chip 6 unter Verwendung eines Lotes innerhalb der Ausnehmung 4' gehalten ist. Die Keramiksicht 20 und die Kupferschichten 17 und 21 sind wiederum mit der DCB-Technik miteinander verbunden. Die Keramiksicht 20 ist vorzugsweise eine solche mit hoher Wärmeleitfähigkeit, d. h. eine Schicht aus einer Aluminiumnitrid-Keramik.

Die Fig. 15 zeigt schließlich ein Mehrschicht-Substrat 1g, welches im wesentlichen dem Mehrschicht-Substrat der Fig. 1 entspricht, allerdings einen Kühlkörper 7c aufweist, der bei der dargestellten Ausführungsform in gleicher Weise wie der Kühlkörper 7 ausgebildet ist, jedoch über die Schichtfolge 2/3 vorsteht.

Diese Ausbildung des Kühlkörpers ist grundsätzlich auch bei den anderen Mehrschicht-Substraten möglich. Weiterhin kann der überstehende Kühlkörper grundsätzlich auch eine andere Ausbildung aufweisen.

Das Mehrschicht-Substrat 1f zeichnet sich durch eine besonders einfache Konstruktion aus.

Die Erfindung wurde voranstehend an Ausführungsbeispielen beschrieben. Es versteht sich, daß zahlreiche Änderungen sowie Abwandlungen möglich sind, ohne daß dadurch der der Erfindung zugrundeliegende Erfindungsgedanke verlassen wird.

#### Bezugszeichenliste

1, 1a, 1b, 1c Mehrschicht-Substrat	15
1d, 1e, 1f, 1g Mehrschicht-Substrat	
2 Keramikschicht	
3 Metallisierung	
2/3 Schicht folge	
4, 4' Ausnehmung	20
5 Anschlüsse	
6 Halbleiter-Chip	
7, 7a, 7b, 7c Kühlkörper	
8 Kupferschicht	
9, 9a, 9b profiliertes Kühlkörperelement	25
10 Schlitz	
11 Fläche	
12 Durchkontaktierung	
13 Kontaktierung	
14 Vorsprung	30
15 Abschnitt	
16 Platine	
17 Kupferschicht	
18 Lot	
19, 20 Keramikschicht	35
21 Kupferschicht	

#### Patentansprüche

1. Mehrschicht-Substrat bestehend aus wenigstens zwei, jeweils wenigstens eine Metallisierung (3) aufweisenden Keramikschichten (2), die zusammen mit der wenigstens einen Metallisierung (3) zu einer Schichtfolge (2/3) miteinander verbunden sind, wobei die wenigstens eine Metallisierung (3) aus wenigstens einem Metall oder einer Metall-Legierung mit einem Schmelzpunkt besteht, der höher ist als der Schmelzpunkt von Kupfer, und wobei an einer Seite des Mehrschicht-Substrates (1-1g) wenigstens ein Kühlkörper (7, 7a, 7b) aus Kupfer oder aus einer Kupferlegierung mittels der DCB-Technik nach dem Herstellen der Schichtfolge (2/3) befestigt ist, und wobei das Mehrschicht-Substrat eine Fläche aus Metall zum Befestigen eines elektrischen Bauelementes (6) aufweist, nach Patent (Patentanmeldung P 43 28 353.5), dadurch gekennzeichnet, daß die Fläche aus Metall zur Befestigung eines elektrischen Bauelementes (6) von einer mit der Schichtfolge (2/3) verbundenen Platine (16, 21) oder Schicht (17) aus Kupfer gebildet ist.
2. Mehrschicht-Substrat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Fläche für die Befestigung des elektrischen Bauelementes (6) bildende Kupferplatine (16, 21) oder Kupferschicht (17) auf einer von einer Keramikschicht (2) oder von einer Metallisierung (3) des Substrates (1-1g) gebildeten, dem Kühlkörper (7-7c) abgewandten Seite des Mehrschicht-Substrates vorgesehen ist.

3. Mehrschicht-Substrat nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Fläche zur Befestigung eines elektrischen Bauelementes (6) bildende Kupferplatine (16) oder Kupferschicht (17) an einer Keramikschicht (2) oder an einer Metallisierung (3) der Schichtfolge (2/3) befestigt ist.

4. Mehrschicht-Substrat nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß die Fläche zur Befestigung des elektrischen Bauelementes (6) bildende Kupferplatine (21) an einer Keramikschicht (20) befestigt ist, die ihrerseits über eine weitere Kupferschicht (17) mit einer Keramikschicht (2) oder einer Metallisierung (3) der Schichtfolge (2, 3) verbunden ist.

5. Mehrschicht-Substrat nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die weitere Kupferschicht sowie die Fläche zur Befestigung des elektrischen Bauelementes (6) bildende Kupferplatine (21) oder Kupferschicht mit der weiteren Keramikschicht (20) mittels der DCB-Technik verbunden sind.

6. Mehrschicht-Substrat nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die weitere Kupferschicht (17) Teil des Kühlkörpers ist.

7. Mehrschicht-Substrat nach einem der Ansprüche 1-6, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlkörper (7) über wenigstens eine Keramikschicht (19) mit der die Fläche zur Befestigung des elektrischen Bauelementes (6) bildenden Kupferplatine oder Kupferschicht (17) oder mit einer zusätzlichen Kupferschicht verbunden ist, mit der über wenigstens eine weitere Keramikschicht (20) die die Fläche zur Befestigung des elektrischen Bauelementes (6) bildende Kupferplatine (21) verbunden ist, und daß die Verbindungen zwischen den vorgenannten Schichten unter Verwendung der DCB-Technik realisiert sind.

8. Mehrschicht-Substrat nach einem der Ansprüche 1-7, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlkörper (7-7c) wenigstens ein profiliertes Kühlkörperelement (9, 9a, 9b) aufweist.

9. Mehrschicht-Substrat nach einem der Ansprüche 1-8, dadurch gekennzeichnet, daß das Mehrschicht-Substrat wenigstens eine Ausnehmung (4, 4') aufweist, die zu der dem Kühlkörper (7-7c) abgewandten anderen Oberflächenseite des Mehrschicht-Substrates (1-1g) hin offen ist.

10. Mehrschicht-Substrat nach einem der Ansprüche 1-9, dadurch gekennzeichnet, daß die Keramikschichten (2) aus einer Aluminium-Oxid-Keramik, vorzugsweise aus einer Aluminium-Oxid-Keramik mit einem Anteil an Eisen-, Mangan-, und/oder Molybdän-Oxid bestehen.

11. Mehrschicht-Substrat nach einem der Ansprüche 1-10, dadurch gekennzeichnet, daß die Keramikschichten (2) aus einer Aluminium-Nitrid-Keramik, vorzugsweise aus einer Aluminium-Nitrid-Keramik mit einem Anteil an Eisen-, Mangan-, und/oder Molybdän-Oxid bestehen.

12. Mehrschicht-Substrat nach einem der Ansprüche 1-11, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallisierungen (3) aus Molybdän, Wolfram, Platin und/oder Palladium oder aus einer Legierung hergestellt sind, die wenigstens zwei der vorgenannten Metalle enthält.

13. Mehrschicht-Substrat nach einem der Ansprüche 1-12, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallisierung (3) durch Drucktechnik hergestellt ist.

14. Mehrschicht-Substrat nach einem der Ansprüche

che 1—13, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlkörper (7—7c) wenigstens aus einer flächig auf der einen Oberflächenseite des Mehrschicht-Substrates (1—1g) befestigten Schicht aus Kupfer oder aus der Kupferlegierung sowie aus dem auf dieser Schicht befestigten, wenigstens einen Kühlkörperelement (9) aus Kupfer oder aus der Kupferlegierung besteht.

15. Mehrschicht-Substrat nach einem der Ansprüche 1—14, dadurch gekennzeichnet, daß das Kühlkörperelement (9) eine wellenförmige, dreieckförmige, rechteckförmige oder trapezförmige Profilierung aufweist.

16. Mehrschicht-Substrat nach einem der Ansprüche 1—15, dadurch gekennzeichnet, daß das Kühlkörperelement (9) im Bereich seiner vom Mehrschicht-Substrat (1—1g) beabstandeten Profilschnitte Öffnungen, vorzugsweise Schlitz (10) aufweist.

17. Mehrschicht-Substrat nach einem der Ansprüche 1—16, dadurch gekennzeichnet, daß der wenigstens eine Kühlkörper (7—7c) der Ausnehmung (4, 4') gegenüberliegend vorgesehen ist.

18. Mehrschicht-Substrat nach einem der Ansprüche 1—17, dadurch gekennzeichnet, daß an der einen Oberflächenseite des Mehrschicht-Substrates (1—1g) seitlich vom Kühlkörper (7—7c) eine von dem Mehrschicht-Substrat bzw. von einer Keramikschicht (2) oder einer Metallisierung (3) gebildete ebene Fläche (11) vorgesehen ist.

19. Mehrschicht-Substrat nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die ebene Fläche (11) wenigstens beidseitig von dem wenigstens einem Kühlkörper (7—7c) gebildet ist, vorzugsweise den Kühlkörper (7—7c) umschließt.

20. Mehrschicht-Substrat nach einem der Ansprüche 1—19, dadurch gekennzeichnet, daß das Kühlkörperelement (9a) eine Profilierung in Form von Vorsprüngen, beispielsweise in Form von quaderförmigen, pyramidenförmigen, zapfenförmigen oder noppenartigen Vorsprüngen (14) aufweist, die über die den Keramikschichten (2) abgewandte Oberflächenseite des Kühlkörperelementes (9a) wegstehen.

21. Mehrschicht-Substrat nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Kühlkörperelement (9a) ein weiteres Kühlkörperelement (9b) befestigt ist.

22. Mehrschicht-Substrat nach einem der Ansprüche 1—21, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallplatine (16) aus Kupfer besteht.

23. Mehrschicht-Substrat nach einem der Ansprüche 1—22, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallplatine (16) am Boden der Ausnehmung (4, 4') des Mehrschicht-Substrates befestigt ist.

24. Mehrschicht-Substrat nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß der Boden der Ausnehmung (4) von einer Keramikschicht (2) oder einer Metallisierung (3) der Schichtfolge (2/3) gebildet ist.

25. Mehrschicht-Substrat nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß der Boden der Ausnehmung (4') von einer mit der Schichtfolge (2/3) verbundenen Kupferschicht (17) oder Keramikschicht (19) gebildet ist.

26. Mehrschicht-Substrat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Fläche für die Befestigung des elektrischen

Bauelementes (6) bildende Kupferplatine (21) über eine zusätzliche Keramikschicht (20) mit dem Boden der Ausnehmung (4') verbunden ist.

27. Mehrschicht-Substrat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlkörper (7c) seitlich über das Mehrschicht-Substrat (1g) oder die Schichtfolge (2/3) dieses Substrates wegsteht.

---

Hierzu 12 Seite(n) Zeichnungen

---

FIG. 1

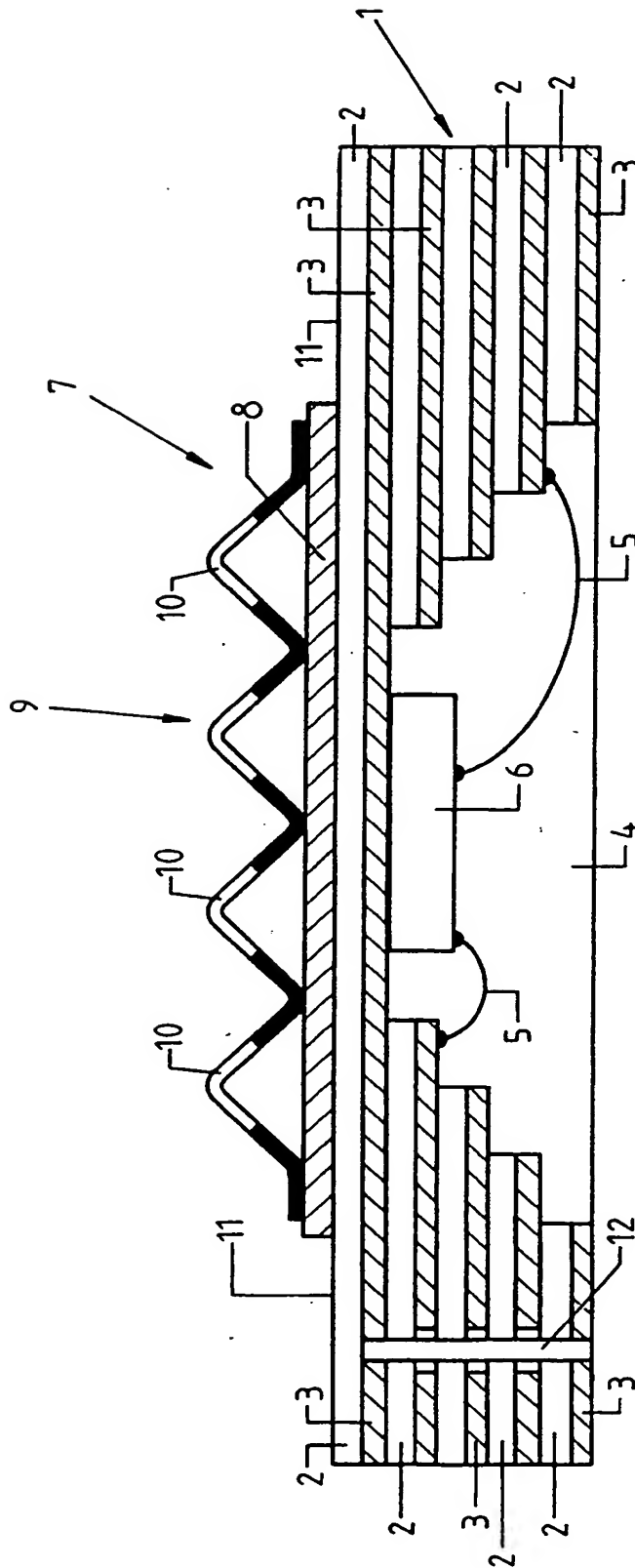
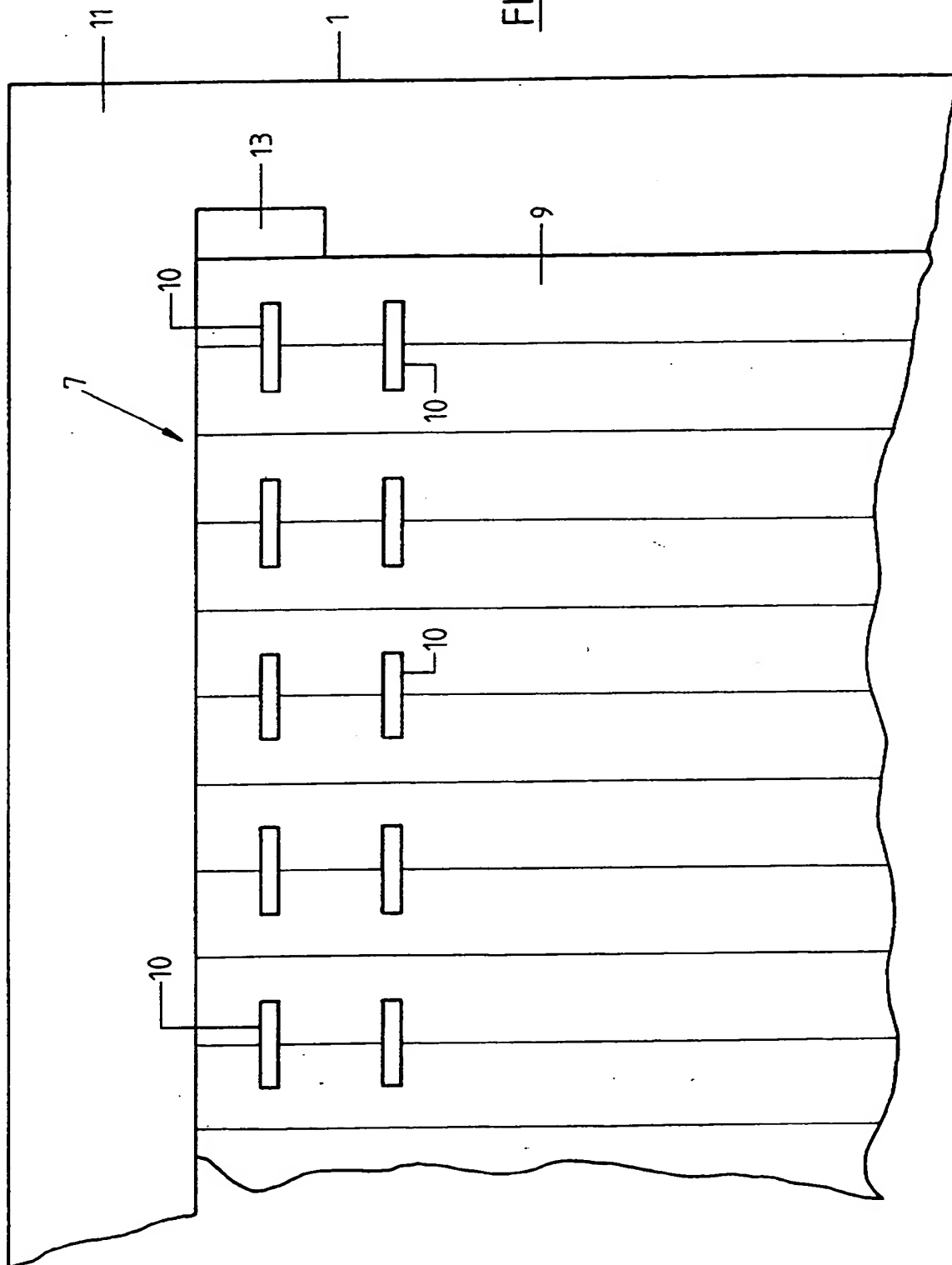


FIG. 2





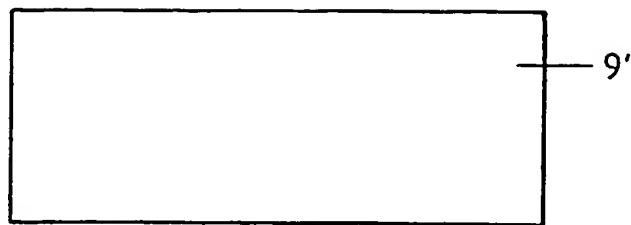


FIG. 3

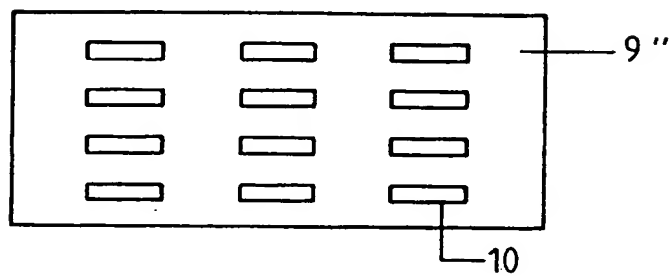


FIG. 4

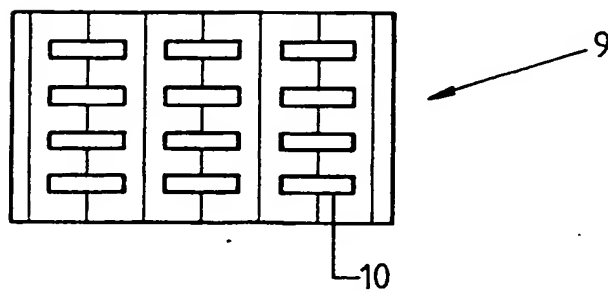


FIG. 5

1a

7a  
9a

FIG. 6

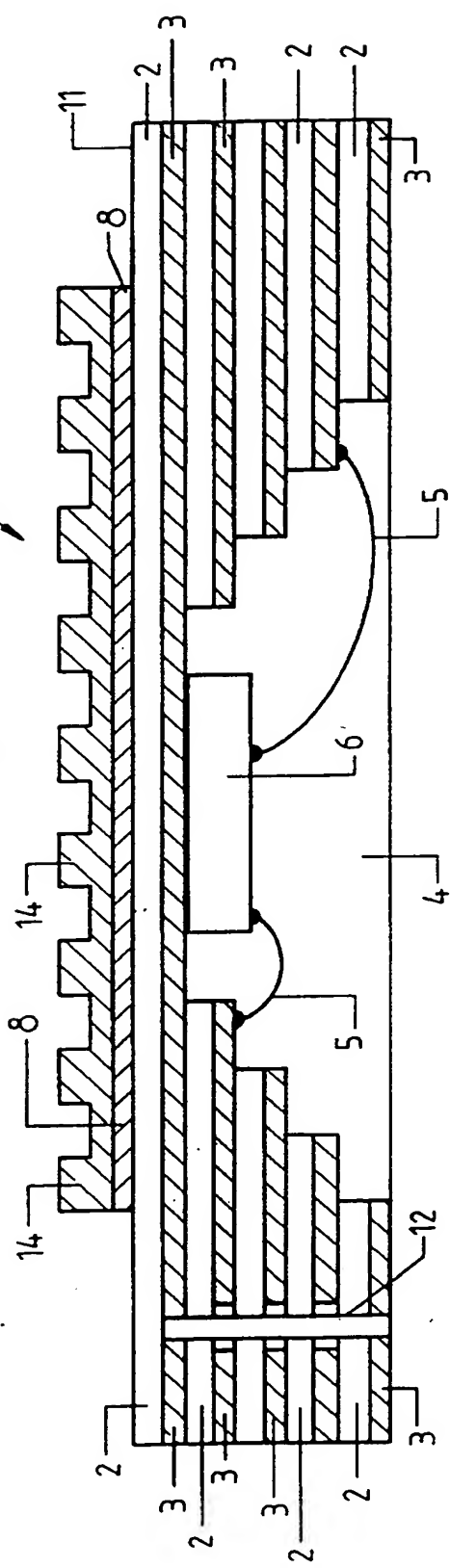
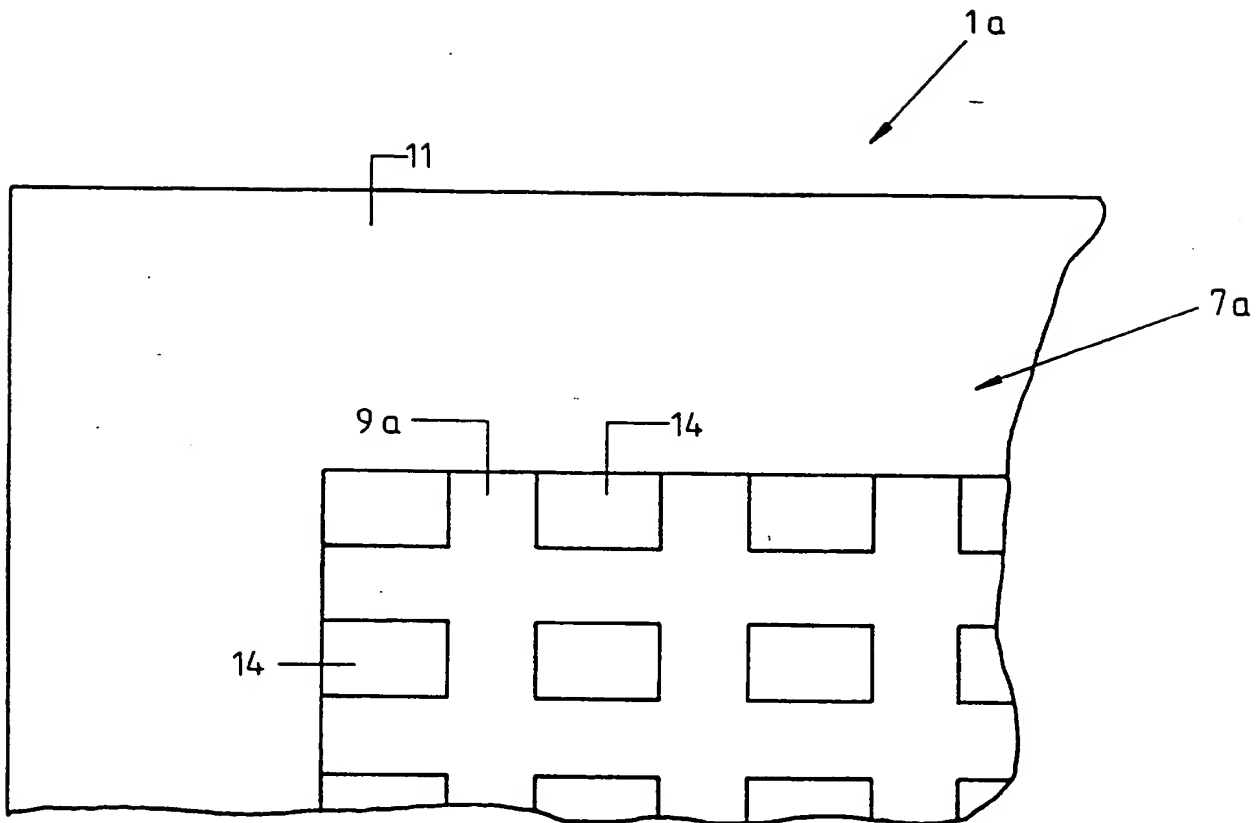


FIG. 7



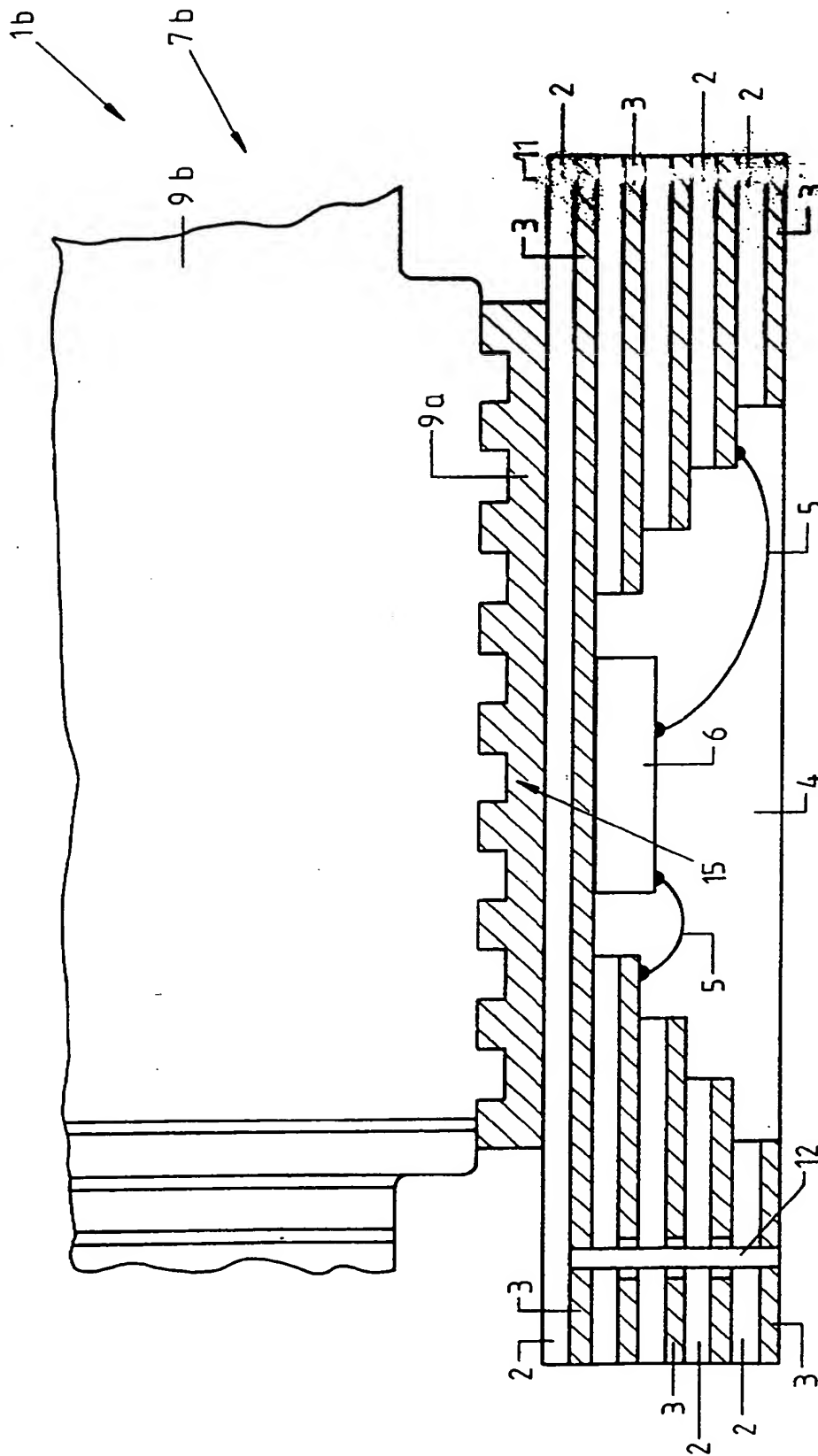


FIG. 8

FIG. 9

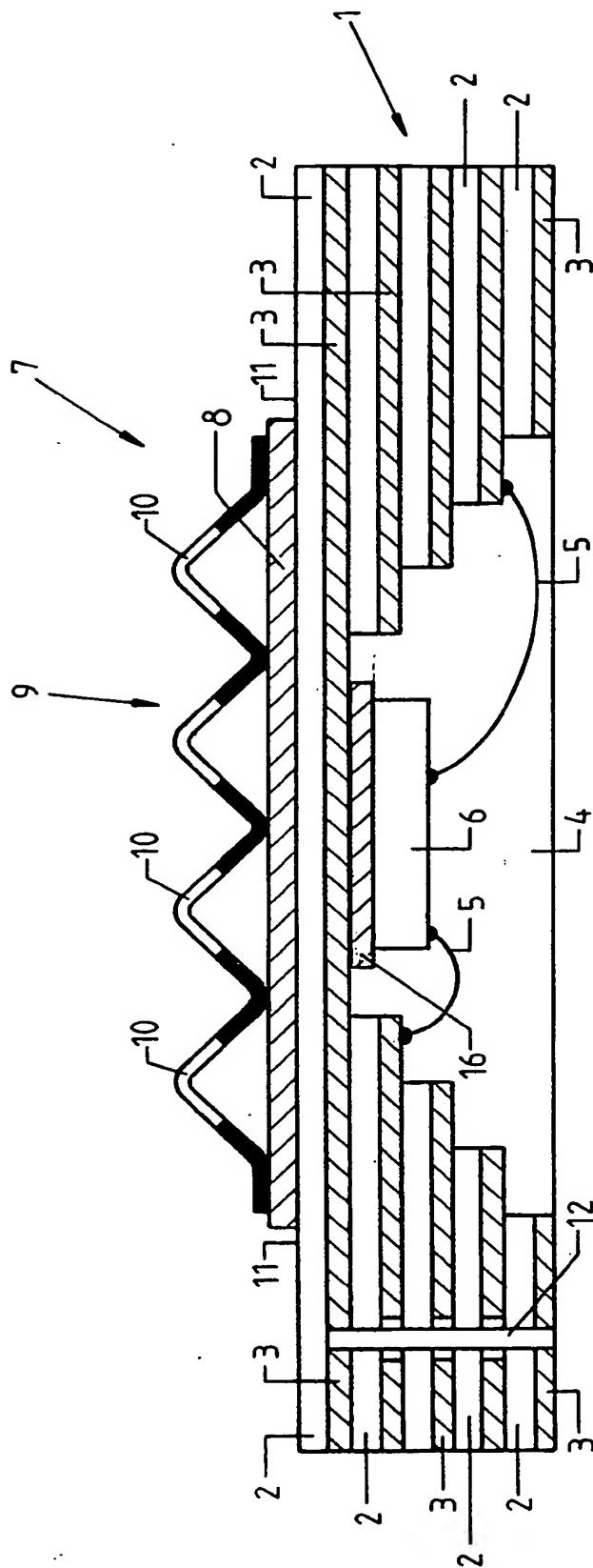


FIG. 10

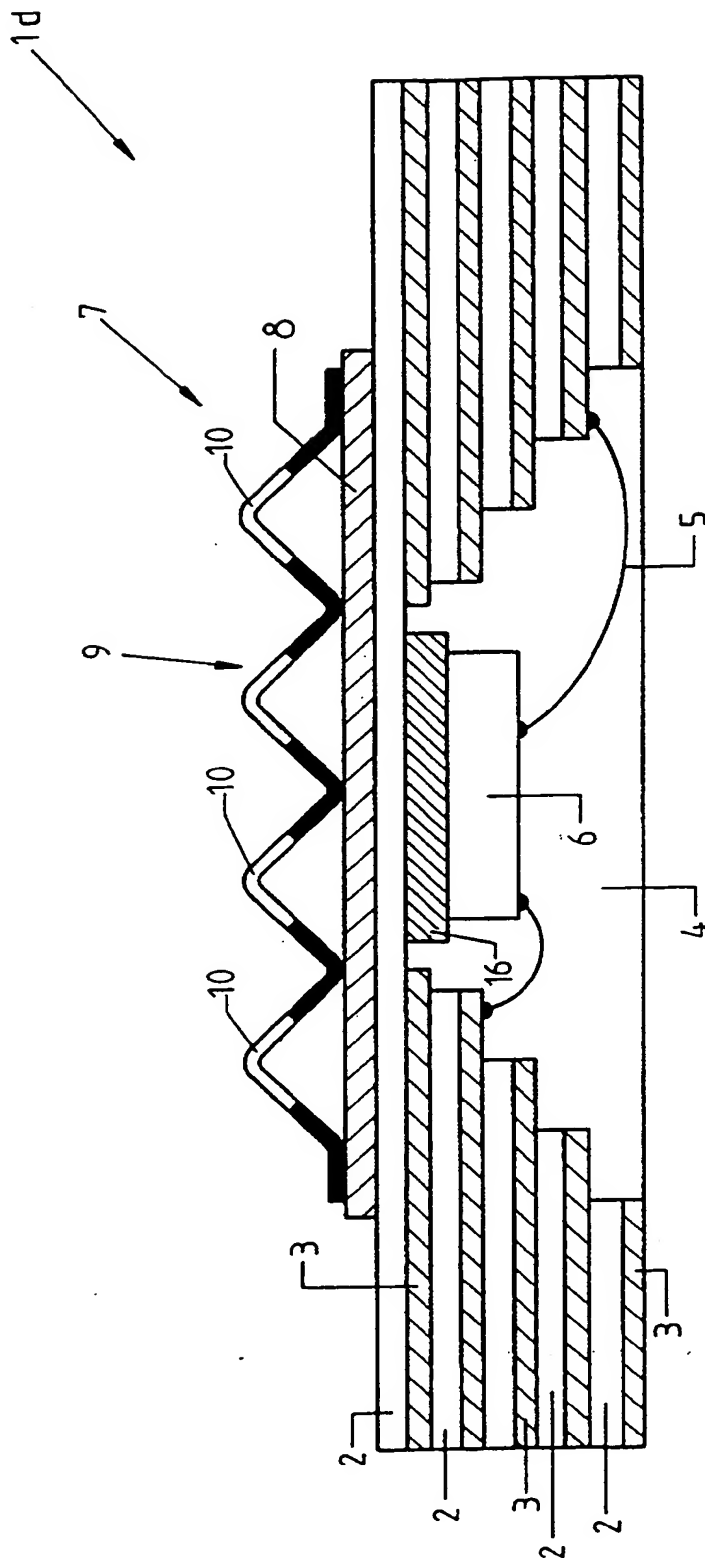


FIG. 11

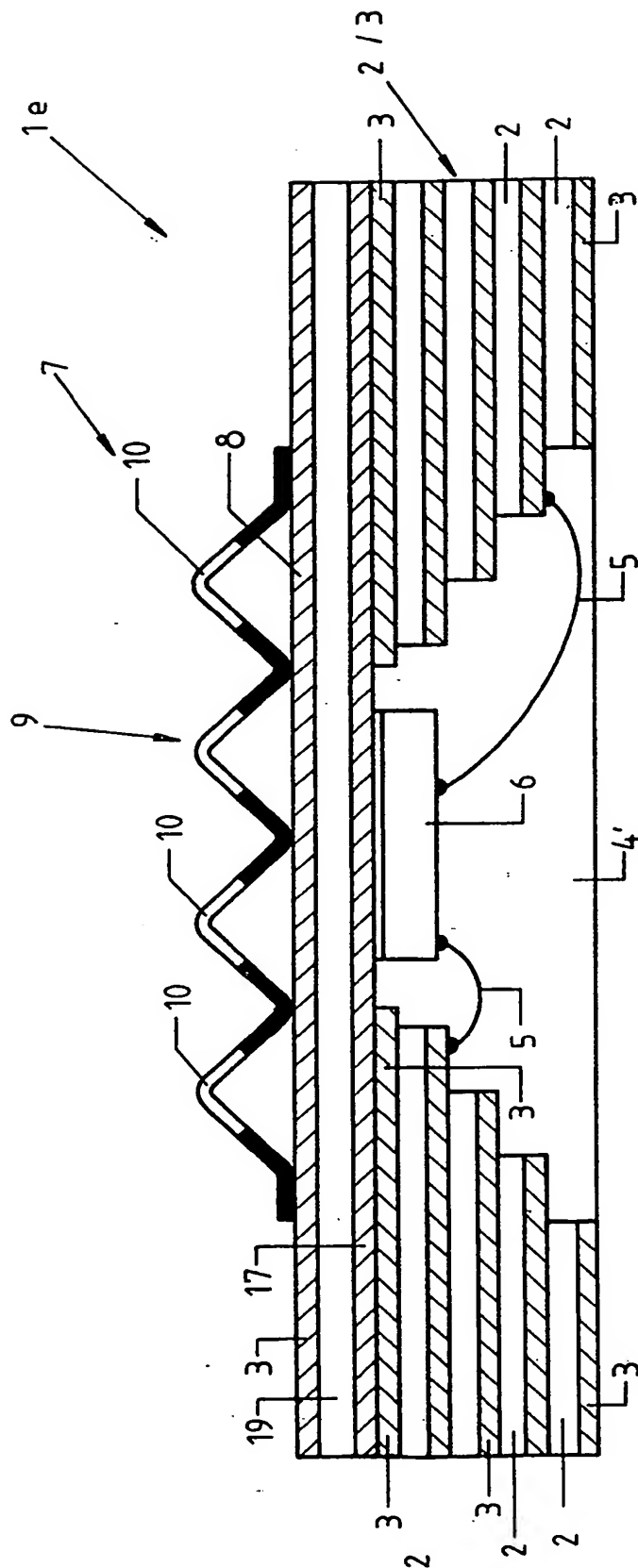


FIG. 12

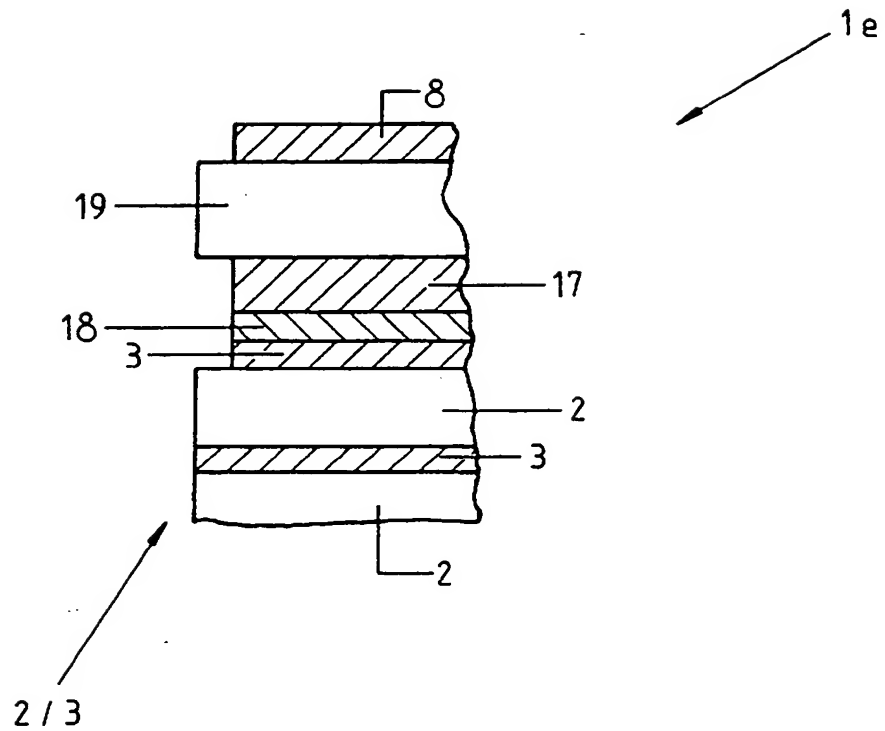




FIG. 13

1 f

